

**Alignment of two machine parts, especially axles, is determined using an opto-electronic measurement instrument provided with two separately controlled devices for emitting a laser beam and with one laser light receiver**

**Patent number:** DE10122321  
**Publication date:** 2002-04-11  
**Inventor:** UNGER ANDREAS (DE); LYSEN HEINRICH (DE)  
**Applicant:** BUSCH DIETER & CO PRUEFTECH (DE)  
**Classification:**  
- international: G01B11/27; B23Q17/24  
- european: G01B11/27  
**Application number:** DE20011022321 20010508  
**Priority number(s):** DE20011022321 20010508; DE20002008228U  
20000509

**Abstract of DE10122321**

Device comprises a device for producing two or more narrow laser light beams, a multiplexor for alternating power supply to each laser source, an analysis device and a reflector housing with a prism and or mirror arrangement. By separate and alternating activation of the light sources it is possible to use a single target receiver for the laser beam. The alternating operation of the laser light sources can be modified using pulse code modulation. Using such modulation the laser light can transmit user information to an external receiver device. The invention also relates to a method of operation of a device for alignment of machine parts.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 101 22 321 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 B 11/27**  
B 23 Q 17/24

②⑦ Aktenzeichen: 101 22 321.8  
②② Anmeldetag: 8. 5. 2001  
④③ Offenlegungstag: 11. 4. 2002

DE 101 22 321 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:  
200 08 228. 0 09. 05. 2000

⑦① Anmelder:  
Prüftechnik Dieter Busch AG, 85737 Ismaning, DE

⑦② Erfinder:  
Unger, Andreas, 85748 Garching, DE; Lysen,  
Heinrich, 85748 Garching, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Vorrichtung zur quantitativen Beurteilung der fluchtenden Lage zweier Maschinenteile, Werkstücke oder dergleichen

⑤⑦ Die fluchtende Lage zweier Maschinenteile, insbesondere von Wellen usw., kann durch ein optoelektronisch arbeitendes Meßinstrument ermittelt werden, welches zwei getrennt ansteuerbare Vorrichtungen zur Aussendung eines (Laser-)Lichtstrahles vorsieht.  
Durch die getrennt und abwechselnd erfolgende Energietisierung der Lichtquellen ist es möglich, ein einziges Target zum Empfang reflektierter Laserlichtstrahlen zu verwenden.  
Der Wechsellichtbetrieb der Lichtquellen kann zusätzlich durch eine Pulsodemodulation modifiziert werden. Das Laserlicht kann dann die interessierenden Nutz-Informationen an ein externes Empfangs-Gerät übertragen.

DE 101 22 321 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Beurteilung der fluchtenden Lage zweier Maschinenteile, zum Beispiel Wellen, Werkzeugmaschinen-spindeln, Werkstücken oder dergleichen.

[0002] Vorrichtungen der gattungsgemässen Art sind seit mehreren Jahren in Gebrauch und zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Anwendung sehr viel Arbeitszeit einspart.

[0003] Neben den in der DE 34 73 344.2-08 und der EP 0183811 genannten Vorrichtungen ist in diesem Zusammenhang auf die Lehre der DE 38 14 466 und der DE 199 23 116 hinzuweisen.

[0004] In den beiden zuletzt genannten Schriften wird dargestellt, wie die fluchtende Lage zweier Maschinenteile, insbesondere zweier miteinander zu verbindender Wellen, oder der Ausrichtung zwischen einer Maschinenspindel und einem Werkstück, unter Verwendung eines Messmittels mit einer einzigen strahlerzeugenden Lichtquelle überprüft, vermessen und beurteilt werden kann.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, die bekannten Vorrichtungen derart zu verbessern, dass signifikant niedrigere Herstellungskosten der Geräte erzielt werden können. Damit soll deren Einsatz auch in solchen Umfeldern möglich werden, wo dies aus Kostengründen bisher entweder nicht in Frage kam oder allenfalls zögernd akzeptiert wurde.

[0006] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass eine Vorrichtung zur Vermessung oder Beurteilung der Relativlage zweier Maschinenteile, Werkzeuge, Werkstücke oder dergleichen angegeben wird, welche folgende Merkmale aufweist: In einem ersten Gehäuse befindet sich eine Einrichtung zur Erzeugung mindestens zweier Lichtstrahlen schmalen Querschnitts, wobei mindestens zwei separate Lichtquellen vorhanden sind. Die separaten Lichtquellen stellen bevorzugt Laserlichtquellen dar, welche auch Licht von unterschiedlicher Farbe aussenden können. Die mindestens zwei Lichtquellen werden wechselweise oder sukzessiv bestrahlt, und zwar mittels einer Schalt- oder Multiplexeinheit. Weiterhin ist gemäß der Erfindung mindestens ein lichtempfindlicher optoelektronischer Sensor vorgesehen, welche(r) jeweils geeignet ist bzw. sind, zumindest den Schwerpunkt einer auf ihn einfallenden Lichtverteilung nach zwei kartesischen Koordinaten zu registrieren und auszuweisen, d. h. zu sensieren und als diesbezügliche Signal Kombination abzugeben. Dem bzw. den lichtempfindlichen Sensor(en) ist eine Auswerteeinheit nachgeschaltet. Mit dieser können die Signale eines bzw. mehrerer lichtempfindlichen Sensors(en) ausgewertet werden, ggf. auch ein vom Multiplexer oder der Schalteinheit abgegebenes Synchronisationssignal. Gemäß der Erfindung ist noch ein zweites Gehäuse vorgesehen, in welchem sich eine Reflektorkombination befindet. Die Reflektorkombination enthält zwei reflektierende Elemente, welche jeweils einer der mindestens zwei separaten Lichtquellen zugeordnet sind. Die reflektierenden Elemente können unterschiedlich ausgestaltet sein. Es kann für die reflektierenden Elemente eine Auswahl getroffen werden, und zwar aus der Menge der Planspiegel, der Tripelspiegel, der Tripelprismen, der Dachkantspiegel, oder der Dachkantprismen. Typischerweise werden zwei unterschiedliche Reflektortypen in einer Reflektorkombination angeordnet.

[0007] Durch eine solche Auswahl an Systemkomponenten sind deutliche Kosteneinsparungen bei der Bereitstellung eines Gerätes mit hoher Bedienerfreundlichkeit erzielbar.

[0008] Die Erfindung wird anhand der Figuren erläutert.

[0009] Es zeigt

[0010] Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer einfachen Ausführungsform der Erfindung,

[0011] Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

[0012] Fig. 3 eine Ausführungsform der Erfindung, welche eine abbildende Optik in Form einer konvexen Linse aufweist,

[0013] Fig. 4 eine Ausführungsform der Erfindung mit zwei abbildenden Linsen,

[0014] Fig. 5 eine perspektivische Darstellung eines Reflexionselementes gemäß der Erfindung,

[0015] Fig. 6 eine schematische Seitenansicht einer speziellen Ausführungsform der Erfindung,

[0016] Fig. 7 ein Beispiel eines Impulsdigramms.

[0017] Die Erfindung sieht zwei Lichtstrahl-Quellen, z. B. Laserlichtstrahler 10, 20 vor, in der bevorzugten Ausführungsform jedoch nur einen einzigen lichtempfindlichen Sensor 200, der zweidimensional wirkt. Die einzelnen Lichtstrahler an sich und die Sensoren dieser Art sind per se bekannt. Gemäss der Erfindung sind die Lichtstrahl-Quellen jedoch durch einen Multiplexer 100 wechselweise, d. h. alternativ, ansteuerbar, und zwar über die Leitungen 120, 110, so daß immer nur jeweils eine dieser Quellen einen räumlich relativ schmal ausgeblendeten Lichtstrahl aussendet. Die Wechselfrequenz soll dabei mindestens ca. 2 Hz, bevorzugt jedoch einige hundert Hertz betragen. Die emittierten Strahlen sind mit Bezugsziffern 12, 22 bezeichnet.

[0018] Die Lichtstrahlquellen 10, 20 sind gegenseitig und relativ zum Sensor 200 fest beabstandet und bevorzugt in einem Gehäuse 105 angebracht. Als weitere, nicht gezeigte Systemkomponenten sind eine Auswerte- oder Ausleseelektronik für den Sensor 200 zu nennen sowie eine Stromversorgungseinheit, welche über einen Anschluss 90 z. B. den Multiplexer 100 speist.

[0019] Die Auswerteelektronik empfängt auch ein Synchronisationssignal, welches der Multiplexer 100 bereitstellt, so dass rekonstruierbar wird, welcher der Lichtstrahlen 14, 24 gerade empfangen wurde.

[0020] In einem Abstand vom Gehäuse 105 ist das passiv wirkende Reflexionselement 400 angebracht, welches bevorzugt in 4 Koordinaten, nämlich zwei Winkelkoordinaten und zwei Translationskoordinaten verlagert werden kann und somit zur Messung von Parallel-Versätzen sowie Winkelversätzen geeignet sein soll.

[0021] Das passiv wirkende Reflexionselement kann eine unterschiedliche Kombination von reflektierenden Elementen aufweisen.

[0022] Eine erste Kombination besteht z. B. aus einem Planspiegel, welcher beispielsweise den Strahl 22 nach zwei Winkelkoordinaten ablenkt, nicht jedoch nach einer Translationskoordinate, und zusätzlich einem sogenannten Tripelspiegel (oder Tripelprisma), welcher für die Registrierung von zwei Translationskoordinaten dient, aber keine Ablenkung nach Winkelkoordinaten bewirkt.

[0023] Eine andere, bevorzugte Kombination besteht aus einem ersten Dachkantspiegel oder Dachkantprisma 300 und einem zweiten Dachkantspiegel oder Dachkantprisma 330. Beide genannten optischen Elemente sind zueinander fest beabstandet, bevorzugt durch eine Verklebung. Die Dachkantprismen oder Spiegel können dabei aus Glas, Metall oder Kunststoff hergestellt sein.

[0024] Wie in Fig. 1 gezeigt, ist die Orientierung der "Dachkanten" zueinander senkrecht, so dass durch Bezugsziffer 320 eine "Dachfläche" und durch Bezugsziffer 310 eine "Giebelfläche" ausgewiesen wird. Die Dachkantspiegel oder Prismen lenken einen einfallenden Lichtstrahl somit nach jeweils einer einzigen Winkelkoordinate und einer einzigen Translationskoordinate aus. Durch die Kombination der Dachkantspiegel oder Dachkantprismen ist es somit möglich, insgesamt zwei Winkelkoordinaten und zwei

Translationskoordinaten zu vermessen, sofern die reflektierten Strahlen 14, 24 auf den Sensor 200 auftreffen und dort wechselweise hinsichtlich ihres Auftreffpunktes in den dortigen x- und y-Koordinaten vermessen werden.

[0025] Es spielt dabei keine Rolle, ob der Sensor 200 pixelorientiert ist oder als zweidimensional wirkender positionsempfindlicher, ganzflächiger Halbleitersensor ausgebildet ist.

[0026] Bei Bedarf kann der in Fig. 1 gezeigte Strahlengang durch folgendes modifiziert werden: Eine grössere Empfangsapertur wird dadurch bereitgestellt, dass die Strahlen 14, 24 durch eine vor den Sensor 200 geschaltete Sammellinse in angenähert fokussierender Weise konzentriert werden (nicht gezeigt). Zur Elimination von Streulicht kann desweiteren ein schmalbandiges optisches Filter vorgesehen werden, welches auf die Lichtwellenlänge der Lichtstrahl-Quellen 10, 20 abgestimmt ist.

[0027] Die Vorrichtung ist sehr bedienerfreundlich, da nur die Komponenten innerhalb des Gehäuses 105 mit Energie versorgt werden müssen, so dass der jeweilige Auf- und Abbau der Vorrichtung, welche insbesondere zur quantitativen Beurteilung der fluchtenden Lage zweier Maschinenteile, Werkstücke oder dergleichen verwendet werden kann, in bequemer Weise erfolgen kann.

[0028] Bei Bedarf kann die erfindungsgemässe Vorrichtung auch dazu herangezogen werden, die Relativlage von Gehäuse 105 zu der Kombination aus den Dachkanalprismen oder -spiegeln 300, 330 betreffend einer 5. Koordinate zu bestimmen. Diese Koordinate betrifft nämlich einen Verdrehwinkel dieser Komponenten bezüglich der Verbindungslinie, welche in etwa mit der Richtung der Strahlen 12, 14, 22, 24 übereinstimmt.

[0029] Die in Fig. 2 gezeigte Ausgestaltung der Erfindung gestattet einen extendierten Arbeitsbereich. Dieser wird dadurch ermöglicht, daß ein teildurchlässiger Umlenk Reflektor 18 vorgesehen ist. Der Abstand der Lichtquellen 10, 20 ist dabei auf den Abstand der Reflektor-Elemente abgestimmt. Damit können zwei im wesentlichen parallel gerichtete Laserlichtstrahlen 12, 22 auf die Reflektoren emittiert werden, so daß diese Strahlen bei idealem Ausrichtzustand von Sender und Reflektor auch als parallele Laserlichtstrahlen 14, 24 bzw. 14', 24' in Richtung des Detektors 200 reflektiert werden. Sie treffen dort als Lichtpunkte 214, 224 auf. Dieser Lösung haftet jedoch der Nachteil an, daß Anteile des Laserlichts sowohl beim ersten als auch beim zweiten Auftreffen auf den teildurchlässigen Reflektor 18 verloren gehen, was durch entsprechend stärkere Lichtquellen kompensiert werden kann.

[0030] In Fig. 3 wird gezeigt, daß die Lichtstrahlen 14; 24' auch auf einen semitransparenten Projektionsschirm oder eine Mattscheibe 218 gerichtet werden können. Die dort (wechselweise) in Erscheinung tretenden Lichtpunkte 214, 224 können dann mittels einer abbildenden Optik 210 auf den Detektor oder Sensor 200 projiziert werden. Dies ist deswegen von Vorteil, weil die Dimensionen einer Empfangsfläche eines kostengünstigen Sensors 200 typischerweise kleiner sind als die Abmessungen einer für die Praxis bevorzugten Target Fläche für die Lichtstrahlen 14; 24'.

[0031] Gemäß Fig. 4 können die Anforderungen an die Optik dadurch geringer gehalten werden, daß der Projektionsschirm in zwei Hälften aufgeteilt wird. Jede dieser Hälften wird dann mit einer separaten Optik 210; 210' auf die Anteile 200, 200' des Sensors projiziert.

[0032] In Fig. 5 wird der Strahlengang näher dargestellt, wie er den Fig. 1 und 2 zugrundegelegt ist. Wie bereits erwähnt, wird bei Verwendung von Dachkanalprismen ein einfallender Lichtstrahl 12, 22 nach Maßgabe jeweils nur einer Winkelauslenkung und nur einer translatorischen Auslen-

kung des Reflektors 400 in definierter Weise zurückgeworfen. Veränderungen der Lage des Reflektors hinsichtlich der restlichen Koordinaten bleiben ohne meßtechnischen Effekt, wie dies nach dem Stand der Technik an sich bekannt ist.

[0033] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird in Fig. 6 gezeigt, wie ein Teil der Lichtverluste am teildurchlässigen Reflektor 18 sinnvoll und vorteilhaft genutzt werden können. Diese werden nämlich durch ein farbfiltrendes Fenster 106 im Gehäuse 105 des Sendeteils gestreut und treten dann aus dem Gehäuse in den umgebenden Raum aus. Auf diese Weise können die Lichtstrahlen gleichzeitig als Informationsträger dienen, und zwar zum Zwecke der Datenübertragung der optoelektronisch erfaßten Signal Größen, welche die translatorischen und angularen Versatzmaße repräsentieren. Es bietet sich an, eine solche Datenübertragung in codierter Form durchzuführen. Hierzu ist vorgesehen, daß die Lichtstrahlen von den Lichtquellen 10, 20 nicht kontinuierlich emittiert werden, sondern in pulsformiger Weise, und daß weiterhin die pulsformige Emission nach Maßgabe aktueller und zu übertragender Informationswerte stattfindet. Die Informationswerte können dabei neben den genannten optoelektronisch erfaßten Signal Größen auch z. B. Drehlagen umfassen. Die genannten Drehlagen werden bevorzugt mittels Inclinomatern sensiert.

[0034] Auf diese Weise kann ein erzeugter Lichtstrahl also zur Ausführung zweier Funktionen herangezogen werden: zum einen zu meßtechnischen Zwecken, und zum anderen zu Zwecken der Signalübertragungstechnik. Eine solche Signalübertragungstechnik mit zeitlich seriell codierten Signalen kann auf synchroner oder asynchroner Datenübertragungstechnik basieren. Zur Erzeugung entsprechender Serialdaten ist vorgesehen, daß ein Rechner 101 zunächst die gemessenen Positions-Signale mittels geeigneter, an sich bekannter Verstärkungs-, Umrechnungs- und Serialdatenwandlungsstufen (nicht näher ausgewiesen) in Serialdaten konvertiert, so daß mit diesen die Lichtemission von zumindest einer der Lichtquellen 10, 20 zeitlich moduliert werden kann.

[0035] In Fig. 7 wird als Beispiel dargestellt, wie die aus Fenster 106 austretenden Licht-Impulse bytewise in an sich bekannter asynchroner Datenübertragung codiert sind. Der Block STA bezeichnet dabei ein oder mehrere sog. Start Bits eines zu sendenden Bytes, während die Ruhephase STO ein oder mehrere sog. Stop-Bits symbolisiert, und die einzelnen Bits mit den Ziffern 1 bis 9 bezeichnet sind. Die Verwendung übergeordneter Transmissionsmechanismen in Hard- und Software sind dem Fachmann bekannt und werden daher an dieser Stelle nicht näher rezipiert. - Da die Erfindung zwei lichtemittierende Vorrichtungen vorsieht, ist es von Vorteil, wenn beide nach Art der besagten Pulsmodulation betrieben werden. Dabei stehen vielerlei Möglichkeiten offen. Beispielsweise können die einzelnen zu übertragenden Bits in jeweils abwechselnder Folge von der einen und der anderen lichtemittierenden Vorrichtung gesendet werden. Oder es wird in jeweils abwechselnder bytewise Folge gesendet. (Der Parallelbetrieb der lichtemittierenden Vorrichtungen ist wegen der Grundidee der Erfindung weniger vorteilhaft. Dieser ist zwar nicht ausgeschlossen, läßt dann aber keine gleichzeitige Datenerfassung zu). Insgesamt steht wegen der Existenz von zwei lichtemittierenden Vorrichtungen eine erhöhte optische Ausgangsleistung zur Verfügung, was größere Übertragungsdistanzen zu einem zugehörigen Empfangs- und Auswerteinrichtung (nicht gezeigt) zuläßt und somit ein vorteilhafter Nebeneffekt der Erfindung ist. Als zugehörige Empfangseinrichtungen zum Empfang und zur Aufbereitung des signalmodulierten Lichtes stehen an sich bekannte Subsysteme zur Verfügung. - Bei der Ausfüh-

rungsform nach Fig. 6 ist es von Vorteil, einen pixelorientierten Sensor 200 zu verwenden. Auf diese Weise ist es möglich, daß in das Gehäuse eintretende Anteile von Tageslicht als solche erkannt und in Abzug gebracht werden können. Eine Verfälschung der Meßresultate durch Fremdlicht wird damit verhindert.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Vermessung oder Beurteilung der Relativlage zweier Maschinenteile, Werkzeuge, oder Werkstücke, **gekennzeichnet durch** ein erstes Gehäuse, welches umschließt: eine Einrichtung zur Erzeugung mindestens zweier Lichtstrahlen schmalen Querschnitts, enthaltend mindestens zwei separate Lichtquellen eine Multiplexeinrichtung zur wechselweisen Bestromung der mindestens zwei Lichtquellen mindestens einen lichtempfindlichen Sensor, mit dem der Schwerpunkt einfallender Lichtstrahlen nach zwei kartesischen Koordinaten registriert werden kann eine Auswerteeinheit zur Auswertung der Signale des lichtempfindlichen Sensors und eines vom Multiplexer abgegebenen Synchronisationssignals in einem zweiten Gehäuse angebrachte Reflektorkombination, enthaltend eine Kombination aus zwei reflektierenden Elementen, welche aus der Menge der Planspiegel, der Tripelspiegel, der Tripelprismen, der Dachkantspiegel, oder der Dachkantprismen ausgewählt sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Reflektorkombination aus zwei Dachkantspiegeln oder zwei Dachkantprismen besteht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Reflektorkombination aus einem Planspiegel und einem Tripelprisma besteht.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Austrittsfenster, durch welches ein Anteil des von den wechselweise bestromten Lichtquellen erzeugten Lichtes aus dem Gehäuse austreten kann.
5. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen wechselweise und nach Maßgabe eines Signalcodes bestromt werden, welcher die translatorischen und angularen Versatzmaße repräsentiert, wie sie vom optoelektronischen Empfangsbaustein (200) sensiert werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Lichtquellen nach Maßgabe eines asynchronen Serialdatenübertragungsverfahrens bestromt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Lichtquellen nach Maßgabe eines synchronen Serialdatenübertragungsverfahrens bestromt werden.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

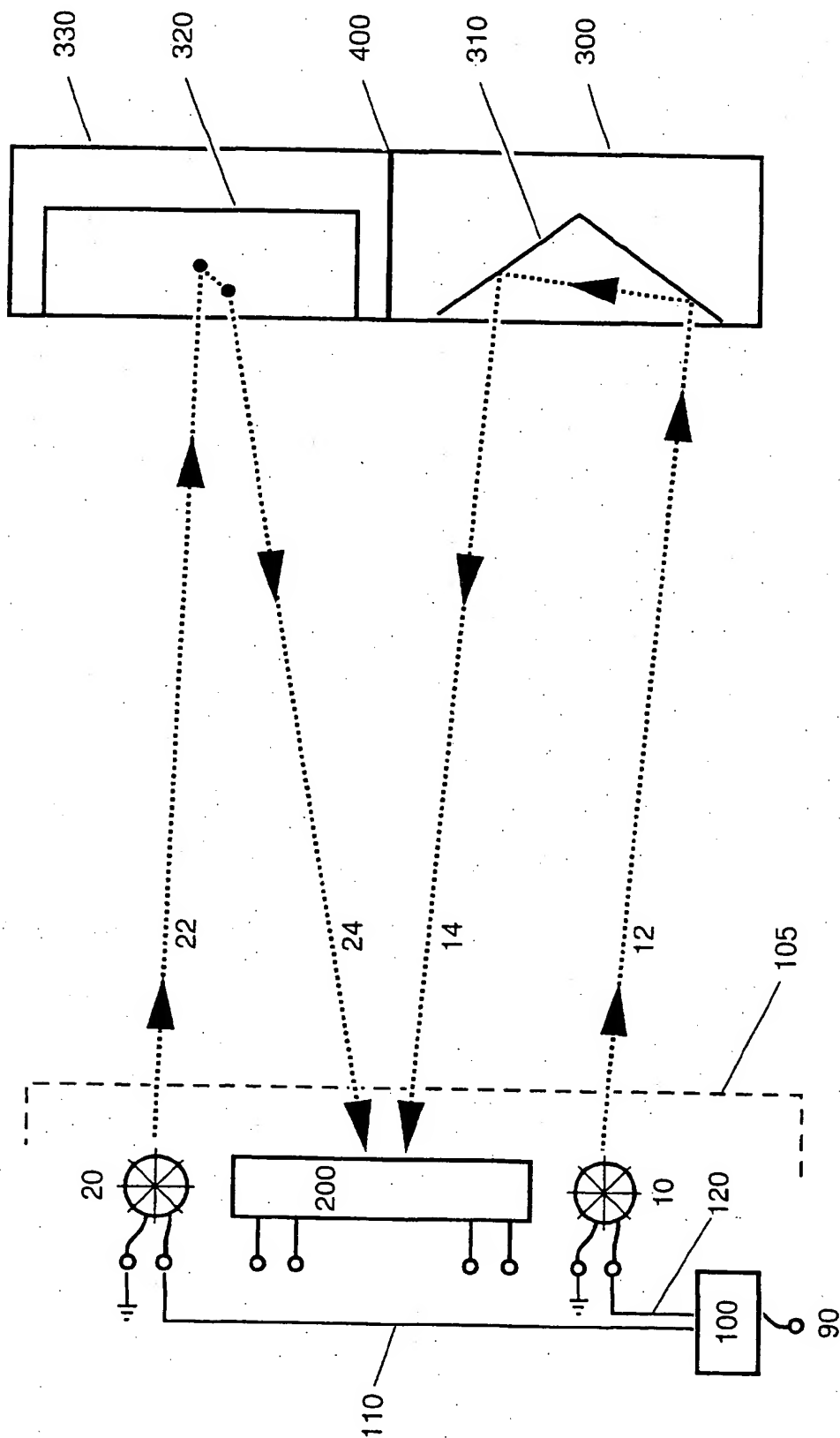


Fig. 1



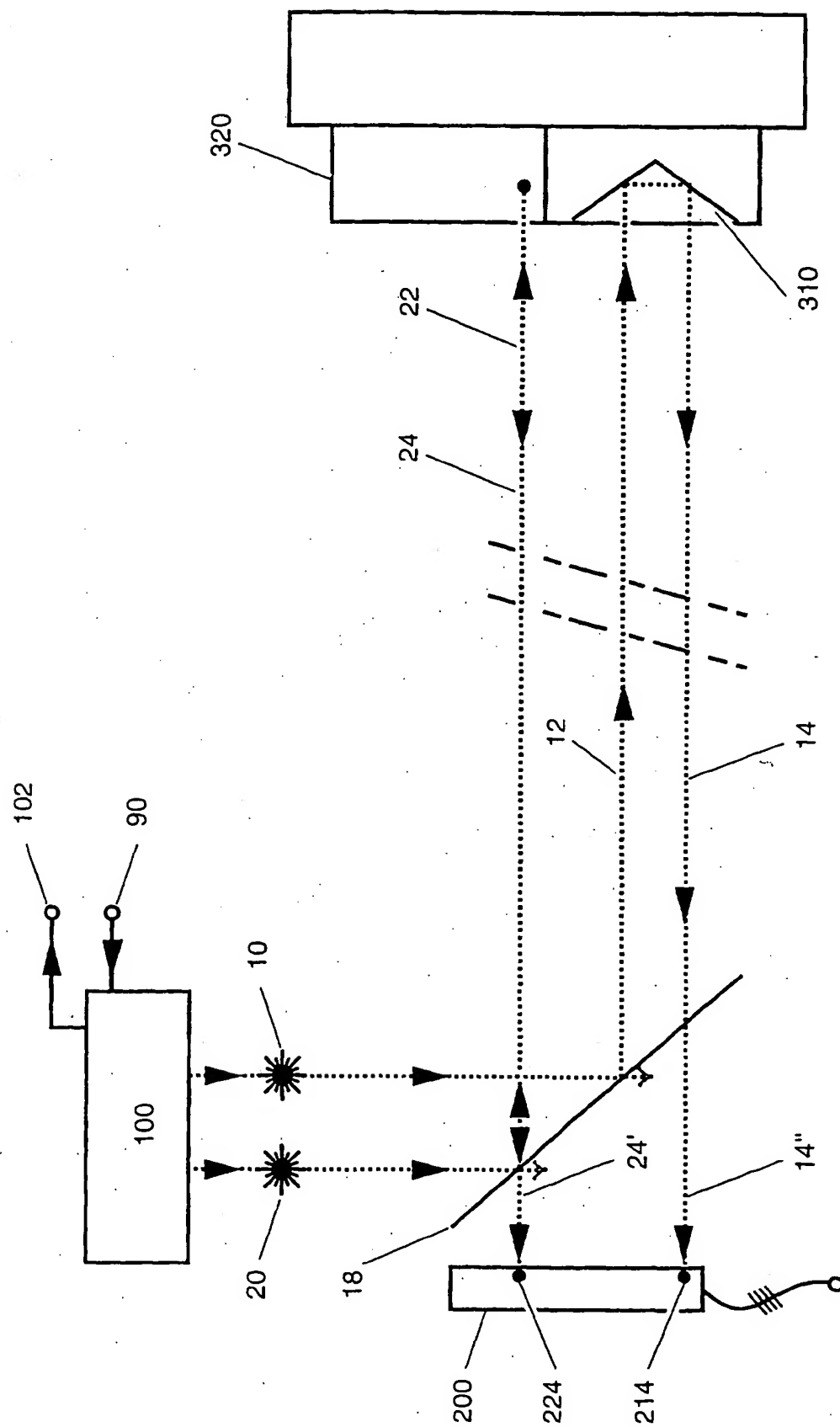


Fig. 2

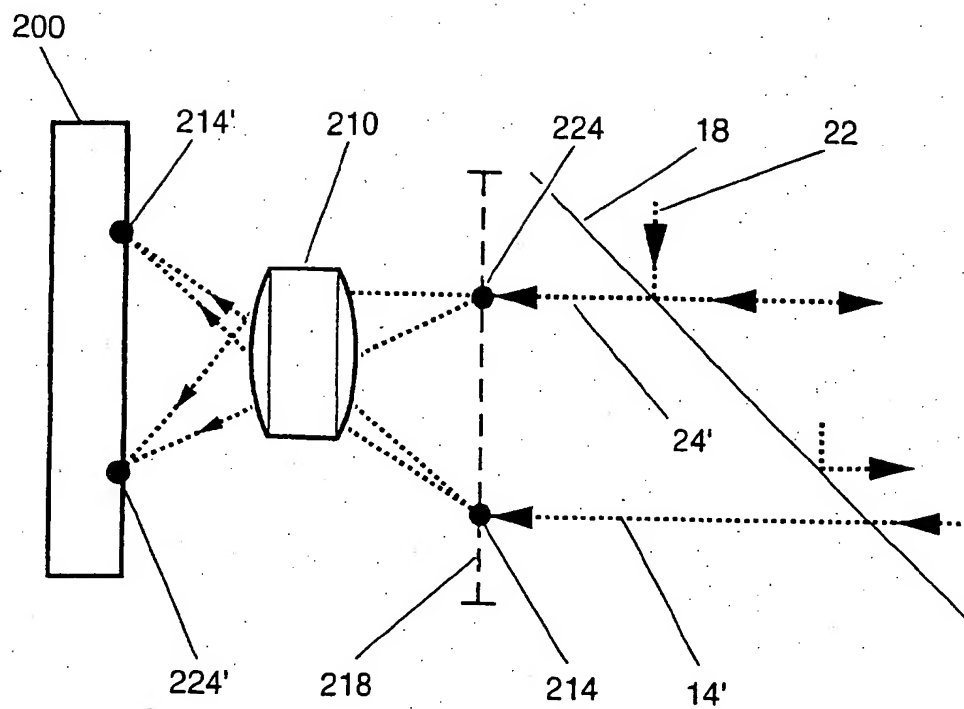


Fig. 3

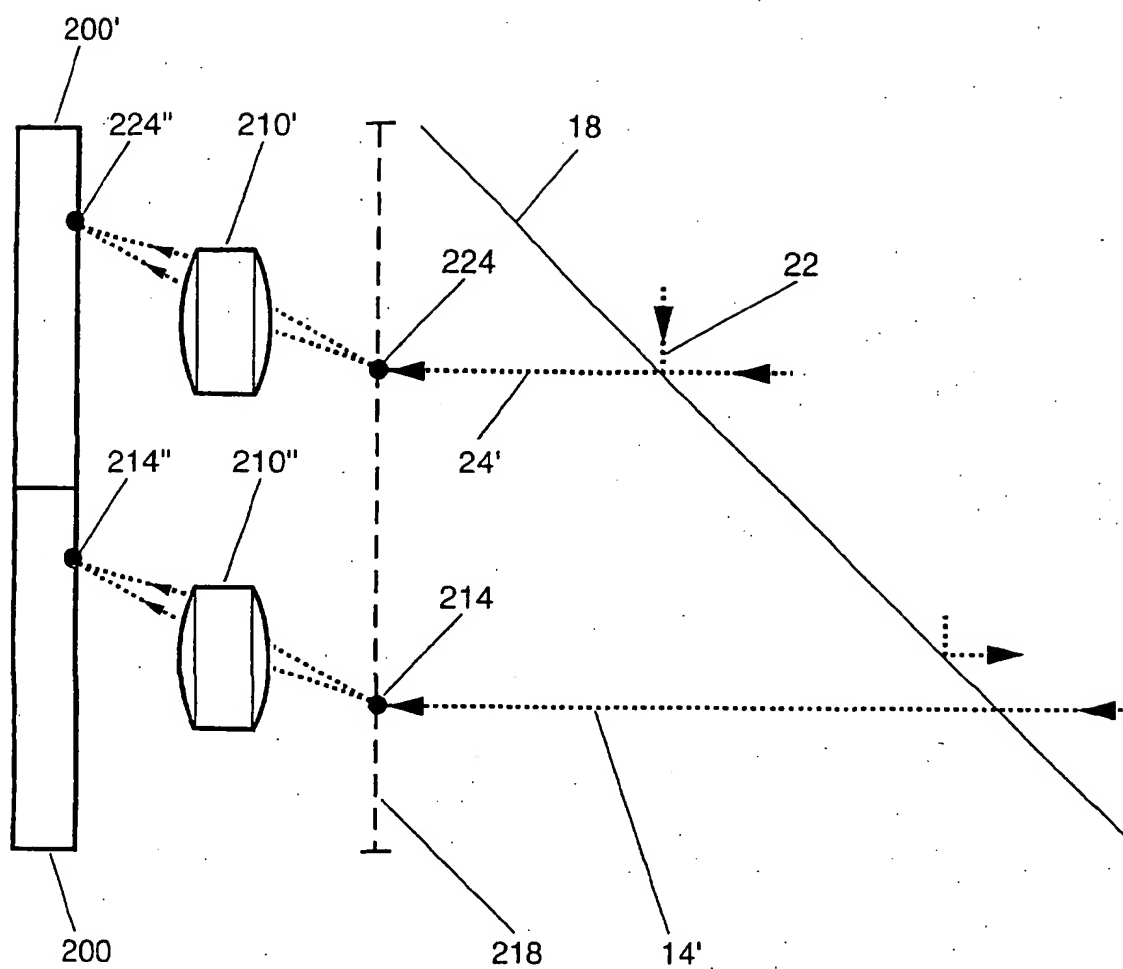


Fig. 4

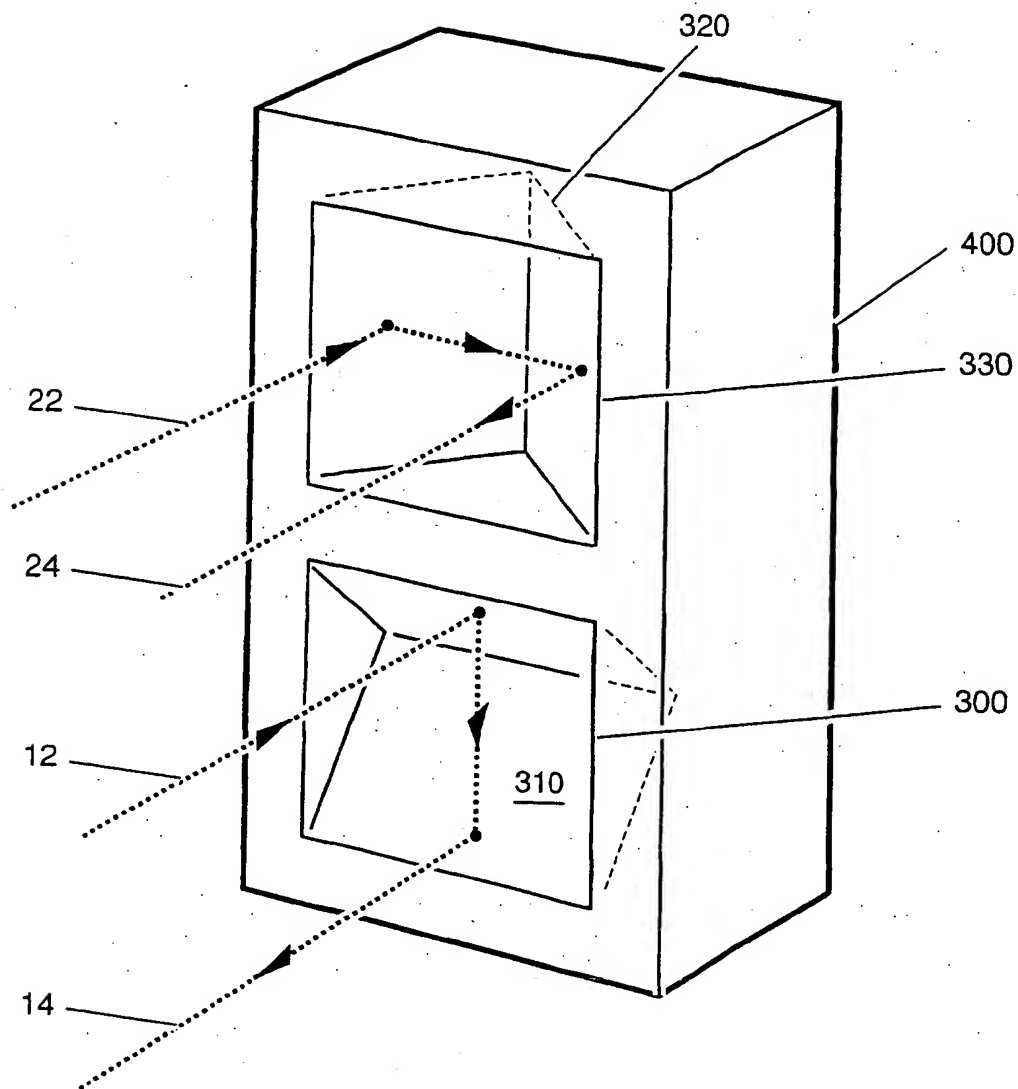


Fig. 5

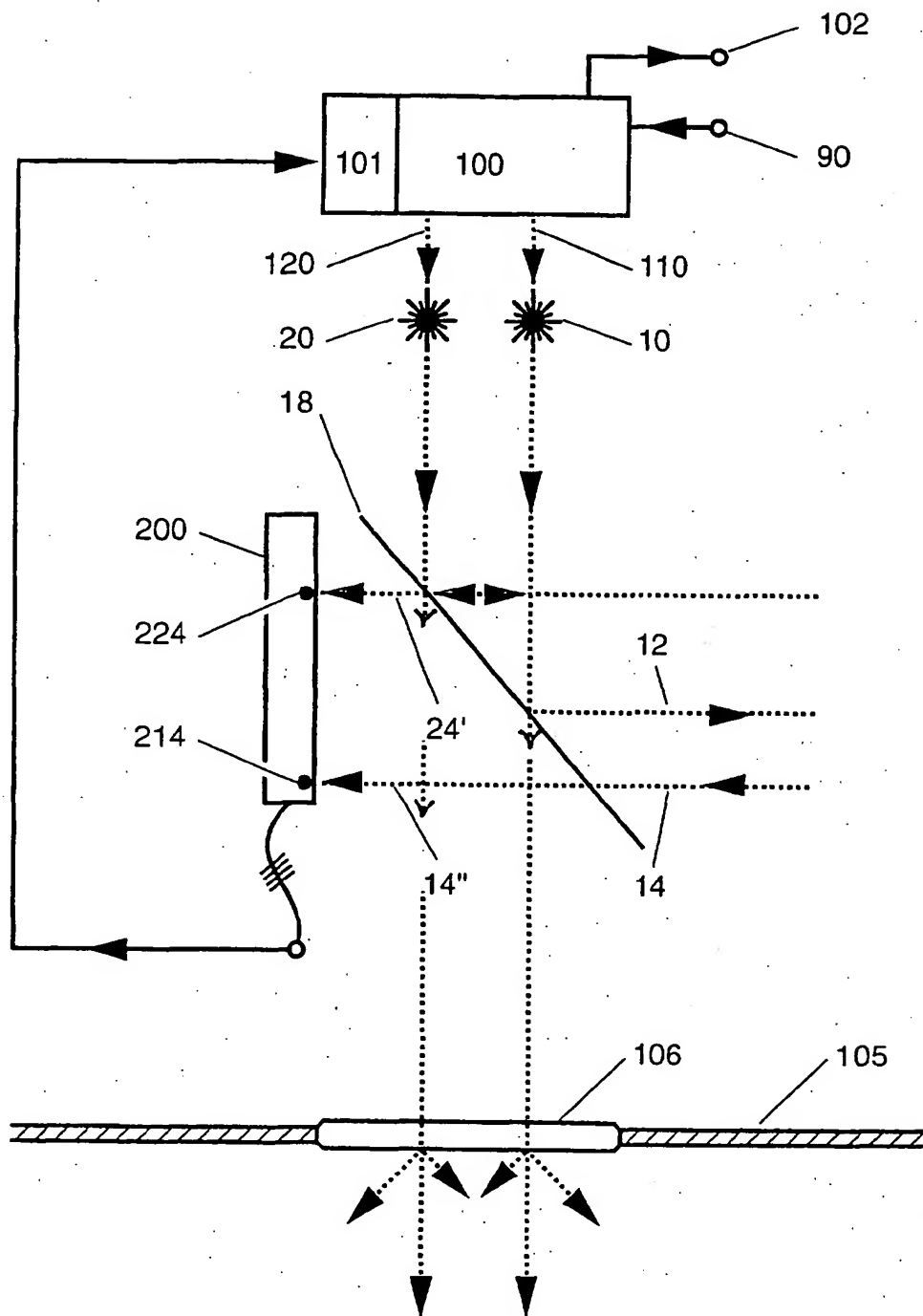


Fig. 6

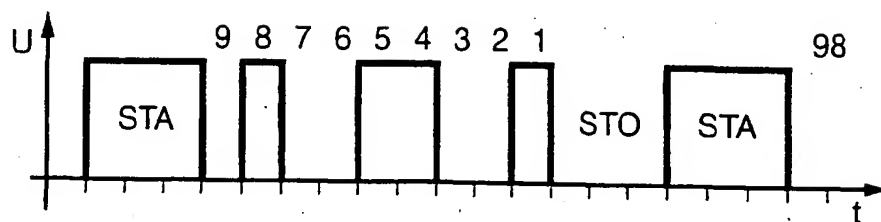


Fig. 7